

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Infrastruktur bangunan gedung merupakan salah satu unsur struktur teknik sipil yang umum dan sering kita jumpai diberbagai perkotaan. Perkembangan infrastruktur di dunia saat ini sangatlah pesat dan maju. Banyak negara-negara besar atau maju yang berinovasi untuk membangun gedung-gedung tingkat tinggi bahkan gedung pencakar langit yang menjulang tinggi. Tentu pembangunan struktur gedung tersebut bukan tanpa alasan dengan maksud membangun struktur yang tinggi. Namun, pertimbangan struktur bangunan gedung yang tinggi pasti akan memerlukan banyak faktor supaya pembangunan dan fungsi bangunan dapat berjalan efektif dan maksimal.

Tingkat pertumbuhan penduduk yang tinggi mengharuskan algoritma jalannya perkembangan infrastruktur dapat sejalan atau selaras dengan tingkat intensitas pertumbuhan penduduk. Pertumbuhan penduduk tentunya memicu penurunan lahan kosong akibat penggunaan lahan tanah yang sering dibangun gedung secara menerus. Berdasarkan siklus penduduk yang terus menerus terjadi ini, maka menjadikan manusia berpikir dalam mencukupi kebutuhan papan supaya dapat tinggal dan menjalankan aktivitas hidup dengan aman dan nyaman.

Penurunan lahan kosong tentunya sangat berdampak pada kebutuhan penduduk. Terbukti penurunan lahan terutama di Indonesia tercatat memiliki cakupan 14 juta hektar lahan kritis yang dipengaruhi faktor campur tangan manusia maupun faktor alam itu sendiri (Nugroho, 2020). Berkurangnya lahan ini tentu menjadikan masalah lain dalam dunia teknik sipil untuk membangun infrastruktur, terutama infrastruktur bangunan gedung. Banyak perusahaan-perusahaan yang bergerak dalam dunia teknik sipil sering mendapatkan masalah perihal perijinan lahan hingga pembersihan lahan. Pengaruh utama yang mendasari hal ini adalah jumlah penduduk yang terus meningkat serta banyak bangunan rumah maupun gedung yang berhimpitan.

Problematika yang terjadi menyebabkan perusahaan-perusahaan yang berkaitan tentu perlu memikirkan faktor-faktor yang relevan untuk dilaksanakan pembangunan gedung. Melihat kondisi lahan sempit dan padat, maka banyak pihak yang membangun bangunan struktur gedung secara tingkat keatas maupun kebawah. Fungsi pembangunan gedung secara tingkat ini bertujuan untuk memenuhi kapasitas kuantitas yang ingin dirancang oleh pihak tertentu sehingga dapat memaksimalkan lahan yang dimiliki.

Pembangunan struktur gedung pada laporan tugas akhir ini merujuk pada konstruksi bangunan gedung beton bertulang di daerah Brawijaya, Malang. Kota Malang merupakan kota terbesar kedua setelah Surabaya sehingga termasuk dalam kota terpadat. Melalui Pusat Pengembangan Kawasan Perkotaan (PPKP), Kota Malang mencatatkan rata-rata kepadatan penduduk pada tahun 2016 mencapai 9.855 jiwa/km² dengan laju pertumbuhan tiap tahun sebesar 0,72% (Pu-net, 2016). Sama halnya dengan Daerah Istimewa Yogyakarta, Kota Malang merupakan kota pelajar yang menjadikan kota tersebut menjadi *icon* kota sebagai kota pelajar.

Pemilihan gedung *coworking space* menjadi pilihan utama dari *siteplan* bangunan gedung lainnya. Data *siteplan* diperoleh melalui beberapa referensi tugas akhir program studi Arsitek yang digunakan sebagai acuan dalam Tugas Akhir Perancangan Infrastruktur (TAPI) prodi Teknik Sipil. Terpilihnya gedung ini mengacu pada *layout* denah arsitek yang cukup jelas dan detail, sehingga akan mudah nantinya untuk dilakukan analisis menggunakan *software* ETABS.

Gedung *coworking space* ini juga didukung dengan data tanah yang diperoleh sesuai dengan fungsi gedung. Data tanah merupakan data yang berasal dari daerah Brawijaya, Malang. Seperti yang telah dijelaskan diatas, bahwa Kota Malang adalah kota pelajar sehingga akan sesuai dengan fungsi gedung yang digunakan untuk mengerjakan tugas maupun pekerjaan *office*. Alasan kesesuaian tersebut merupakan banyaknya tempat-tempat sekolah maupun univesitas yang berada di Brawijaya, Malang. Tentunya, melihat faktor sosial sangat dimungkinkan untuk membangun gedung *coworking space* ditengah kota pelajar.

Coworking space ini merupakan gedung dengan dua tingkat dan satu *basement*, serta atap kuda-kuda. Fungsi gedung ini ditujukan sebagai ranah tempat

untuk mengerjakan tugas atau bekerja maupun bersantai. Struktur gedung lebih dari satu tingkat tentu perlu mempertimbangkan daya dukung struktur primer itu sendiri serta daya dukung tanah. Apalagi dengan adanya *basement* akan menambah analisis struktur untuk kebutuhan dinding penahan tanah sehingga perlu melakukan *breakdown* struktur untuk dapat merancang dengan tepat dan efektif.

Struktur bangunan gedung umumnya memiliki beberapa rancangan struktur berdasarkan jenis materialnya. Material struktur beton bertulang merupakan material struktur yang terbagi menjadi dua komponen material struktur yaitu campuran beton (semen, pasir, agregat) dan baja tulangan. Sedangkan material struktur lainnya dapat berupa keseluruhan struktur profil baja, baik dari kolom maupun balok. Selain itu, ada pula struktur yang merupakan kombinasi kedua material atau biasa disebut dengan komposit. Gabungan material profil baja dengan beton bertulang. Struktur komposit dijumpai pada bagian pelat bondek yang notabenehnya struktur primer merupakan rangka struktur profil baja kemudian komposit dengan beton melalui *stud* sebagai penyalur kedua material.

Gedung *coworking space* menganut struktur beton bertulang sebagai struktur utama (kolom, balok, tangga, dan pelat) serta struktur profil baja untuk atap gedung. Penggunaan beton bertulang tentu memerlukan klasifikasi material seperti mutu material untuk kuat tekan beton hingga tegangan leleh dan tegangan putus baja. Tidak hanya klasifikasi material, dimensi ukuran yang dibutuhkan dalam perancangan perlu dilakukan estimasi sehingga dapat efektif dan efisien. Adapun maksud dan tujuan diklasifikasikannya jenis material bahkan mutu material adalah untuk memilah bagian struktur yang termasuk dalam struktur primer akan membutuhkan klasifikasi tinggi dari pada struktur sekunder. Seperti contoh untuk struktur primer adalah kolom dan balok induk, sedangkan struktur sekunder adalah balok anak, tangga, dan pelat lantai.

Tantangan dalam merancang struktur tidak hanya berdasarkan segi pemilihan material yang sesuai atau ukuran dimensi yang cukup untuk memenuhi daya dukung beban keseluruhan struktur gedung. Struktur gedung umumnya akan menerima gaya lateral yang sangat besar oleh akibat beban gempa. Skala gempa yang terjadi apabila mengenai struktur yang tidak dirancang menahan beban gempa

yang cukup, maka akan menggagalkan struktur yang sudah terstruktur. Menilik kondisi Indonesia yang rentan terjadinya gempa, maka SNI mengeluarkan khusus aturan perancangan struktur gedung untuk beban gempa. Adanya aturan yang dikhususkan ini perlu dilakukan detail perancangan supaya struktur dapat *qualified* untuk digunakan.

Menurut SNI 1726:2019 yang mengatur ketahanan gempa untuk struktur gedung maupun nongedung, dipengaruhi oleh faktor jenis tanah. Jenis tanah memberikan parameter kelas situs untuk faktor Kategori Desain Seismik (KDS). Penetapan KDS merupakan parameter yang digunakan sebagai acuan beban gempa untuk struktur. Adapun faktor lain tambahan yaitu berdasarkan jenis material struktur yang digunakan. Struktur gedung menggunakan material beton bertulang yang mengacu pada sistem rangka pemikul momen. Sistem rangka pemikul momen ini mengkorelasikan struktur yang terpilih yaitu beton bertulang dengan tahanan atau pemikul terhadap gaya seismik (BSN (Badan Standarisasi Nasional), 2019). Selain itu, penerapan dari perancangan gedung dengan dilatasi juga memungkinkan gedung dapat menahan simpangan lebih rendah apabila terjadi gempa. Oleh karena itu, penting halnya dalam menganalisa data tanah untuk kebutuhan ketahanan gempa untuk struktur.

Parameter data yang digunakan tidak hanya berlaku untuk data gempa suatu struktur gedung. Data tanah juga digunakan sebagai acuan dalam perancangan struktur bawah seperti fondasi dalam maupun dangkal. Korelasi data tanah N-SPT yang dipergunakan memberikan kebutuhan daya dukung tanah untuk beban yang diperoleh dari analisis struktur. Beberapa pendekatan dalam analisis struktur bawah untuk gedung *Coworking Space* ini memiliki fondasi berupa penerapan *bored pile* dengan *pile cap* sebagai fondasi utama dalam menahan beban kolom. Sedangkan fondasi tapak untuk kondisi kolom yang memikul beban satu lantai seperti pada penerapan kolom penahan beban taman di gedung *Coworking Space* ini.

Keseluruhan struktur atas dan bawah kemudian dilakukan analisis rencana anggaran biaya (RAB) hingga penjadwalan proyek. RAB direncanakan dengan melakukan analisis *quantity take off* (QTO) kemudian dilakukan kumulatif tiap sub pekerjaan hingga masing-masing lantai / *Bill of Quantity* (BoQ). Analisis RAB

dilakukan dengan menggunakan harga satuan pekerjaan sesuai dengan daerah pembangunan gedung ini yaitu di Brawijaya, Malang. Melalui luaran AHSP resmi dari walikota Malang PERWALI Kota Malang No. 10 Tahun 2022 tentang Harga Satuan Pekerja Konstruksi digunakan keseluruhan biaya anggaran material, alat, hingga tenaga kerja ditentukan melalui PERWALI Kota Malang.

RAB yang telah direncanakan kemudian dilakukan analisa durasi hingga tenaga kerja sebagai acuan penjadwalan proyek. Melalui tahapan penjadwalan proyek dilakukan mulai dari input *task* pekerjaan hingga *levelling resource* untuk tenaga kerja dan material. Apabila telah sesuai maka pembuatan progress untuk kurva-S dapat ditentukan berdasarkan *cost* masing-masing sub pekerjaan. Oleh karena itu, pertimbangan dalam penjadwalan proyek dibutuhkan analisis tahapan yang sudah disesuaikan dengan RAB untuk menyamakan keseluruhan biaya sehingga kurva-S dapat sesuai dengan biaya yang ada.

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan tersebut, maka melalui laporan Tugas Akhir Perancangan Infrastruktur ini melakukan perancangan struktur bangunan gedung dengan judul “PERANCANGAN STRUKTUR BETON BERTULANG DENGAN METODE DILATASI PADA GEDUNG *COWORKING SPACE* BRAWIJAYA, MALANG”.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan diatas, timbul beberapa permasalahan struktur yang dipengaruhi oleh faktor-faktor arsitektural, struktural, maupun korelasi antara keduanya. Kasus yang ada pada struktur gedung *coworking space* memiliki cakupan masalah yang sangat kompleks sehingga perlu dilakukan perhatian khusus. Adapun beberapa permasalahan yang timbul adalah sebagai berikut:

a. Korelasi Arsitektural dan Struktural

Gambar kerja arsitektural terdapat dimensi *plotting* kolom yang tidak sesuai apabila dikorelasikan dengan *plotting* balok induk dan balok anak. Dimensi yang digunakan pada gambar kerja arsitektural juga tidak relevan digunakan dikarenakan faktor desimal yang cukup besar sehingga memungkinkan kesulitan pada analisis *layout* struktur. Posisi *void* untuk

lantai dua dan satu yang dapat melemahkan tahanan struktur terhadap momen. Apalagi dengan dimensi gedung yang cukup masif. Oleh karena itu, terdapat beberapa perubahan *plotting layout* struktur dan pengurangan *void* yang diberlakukan hanya pada lantai 2.

b. Dimensi Struktur Masif

Ukuran yang digunakan sesuai *layout* struktur memiliki dimensi luasan lantai sekitar 42,3 x 80,7 meter. Besarnya dimensi tersebut berdampak pada estimasi dimensi komponen struktur kolom dan balok yang cukup besar. Tentu, dengan besarnya komponen struktur yang ada menimbulkan massa berat gedung semakin berat. Berat massa gedung yang tinggi pastinya akan berpengaruh terhadap lendutan semakin tinggi.

c. Dinding Penahan Tanah *Basement*

Penetapan *basement* pada struktur gedung, memberikan struktur tambahan dengan mekanisme struktur dinding penahan tanah. Tentu, adanya dinding penahan tanah perlu mempertimbangkan sifat tanah maupun beban tanah yang terjadi. Selain itu, tantangan terbesar berada pada tata letak muka air tanah yang tidak dapat diprediksi secara pasti. Sehingga memungkinkan timbulnya degradasi struktur bawah.

d. Bentuk Asimetris Struktur

Perancangan struktur gedung ini dilakukan berdasarkan *layout* bentuk struktur yang ada. Bentuk gedung yang dirancang merupakan bentuk huruf C dengan dimensi tidak seragam. Ketidakteraturan dimensi ini menyebabkan gedung menjadi asimetris sehingga akan menimbulkan permasalahan puntir besar yang dimungkinkan terjadi. Oleh karena itu, melalui penerapan dilatasi struktur dapat meringankan simpangan.

e. Kelandaian Kuda-Kuda Atap

Sudut atap menjadi penting dalam perancangan untuk mengurangi beban hidup akibat gravitasi. Namun, pada struktur atap memiliki interval kelandaian atap sekitar 10 hingga 13 derajat. Hal ini, memicu permasalahan yang dapat menimbulkan beban gravitasi yang sangat besar dalam penerapan pembebanan sehingga berdampak linier terhadap kuat profil yang seharusnya dibutuhkan serta tegangan dan defleksi yang terjadi.

1.3 Fokus Masalah

Permasalahan yang timbul akibat parameter diatas, perlu dilakukan fokus perancangan supaya dapat memperoleh rancangan struktur yang sesuai. Oleh karena itu, pokok masalah dalam perancangan ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana mengkorelasikan hasil gambar kerja arsitektural supaya mampu diterapkan secara struktural berdasarkan ilmu Teknik Sipil?
- b. Bagaimana merancang struktur dengan berbagai problematika yang ada untuk mencapai kondisi struktur aman terhadap gempa maupun gagal struktur serta RAB hingga *scheduling* yang sesuai dengan rancangan struktur?

1.4 Tujuan Perancangan

Berdasarkan fokus pokok permasalahan perancangan tersebut, maka melalui laporan ini bertujuan untuk:

- a. Analisis perancangan struktur sesuai gambar kerja arsitektural berdasarkan penerapan ilmu Teknik Sipil sebagai perhitungan tepat dan terstruktur.
- b. Analisis permasalahan struktur yang timbul akibat massa beban bangunan, beban gempa, maupun pengaruh ketidakberaturan struktur sebagai parameter perancangan struktur kolom, balok, tangga, serta pelat lantai serta RAB dan *scheduling*.

1.5 Manfaat Perancangan

Melalui tujuan perancangan yang telah dipaparkan, laporan tugas ini tidak hanya difungsikan sebagai sebuah syarat dalam memperoleh gelar sarjana satu. Adapun manfaat yang diharapkan dalam laporan ini adalah sebagai berikut:

- a. Manfaat Teoritis

- 1) Bagi Mahasiswa Prodi Teknik Sipil

Laporan tugas akhir perancangan infrastruktur ini berbasis pada ilmu Teknik Sipil yang bermanfaat bagi pihak-pihak mahasiswa prodi Teknik Sipil atau pihak-pihak lainnya yang ingin melakukan penelitian berkaitan dengan perancangan struktur.

2) Bagi Masyarakat

Berdasarkan perancangan struktur yang diranahkan untuk segmen Gedung *Coworking Space* diharapkan mampu bermanfaat bagi masyarakat yang akan melakukan proyek pembangunan maupun masyarakat yang akan menikmati gedung secara bersama-sama nantinya.

3) Bagi Universitas

Sebagai mahasiswa prodi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta, melakukan tugas akhir perancangan infrastruktur ini diharapkan mampu memberikan pengaruh baik bagi nama universitas dengan dilakukan publikasi tugas akhir serta mampu menjadi katalog atau referensi untuk bahan ajar perancangan infrastruktur.

b. Manfaat Praktis

1) Bagi Konsultan / Kontraktor

Melalui laporan tugas akhir ini diharapkan mampu memberikan studi literatur kepada pihak perencana suatu struktur gedung dalam acuan pembangunan proyek secara nyata, serta mampu memberikan informasi yang komprehensif.

2) Bagi Perusahaan

Laporan ini berisikan perancangan struktur maupun manajemen konstruksi, sehingga diharapkan dapat bermanfaat dalam melakukan *bonding* secara internal maupun eksternal.

1.6 Sistematika Perancangan Laporan

Penyajian perancangan laporan tugas akhir ini terbagi dalam beberapa bab. Masing-masing bab menjelaskan berbagai permasalahan yang terjadi dalam perancangan struktur beserta penyelesaian yang dilakukan berdasarkan ilmu Teknik Sipil. Oleh karena itu, bagian sub bab ini memberikan informasi atau mempermudah pencarian informasi yang dibutuhkan serta menunjukkan penyelesaian permasalahan perancangan secara sistematis.

Bab pertama laporan merupakan bagian pendahuluan yang menjelaskan gambaran umum perancangan. Bagian ini juga memberikan pemahaman permasalahan yang dihadapi serta uraian berkaitan dengan penyusunan teoritis

laporan berdasarkan judul. Penyusunan pembabakan dari keseluruhan isi laporan terbagi menjadi bagian latar belakang, identifikasi masalah, fokus masalah, tujuan perancangan, manfaat perancangan, dan sistematika perancangan.

Bab kedua merupakan bagian perancangan struktur atas gedung. Pada bagian ini memberikan pemahaman detail analisis perancangan struktur mulai dari bagian atap, tangga, pelat lantai, balok, dan kolom. Bab ini juga mengkorelasikan keseluruhan hasil analisis struktur sehingga mampu merancang struktur tahan terhadap gempa. Perancangan struktur laporan tugas akhir ini, mengkorelasikan ilmu Teknik Arsitek dengan ilmu Teknik Sipil sehingga mampu merancang struktur gedung yang sesuai dengan SNI berlaku.

Bab ketiga merupakan perancangan struktur bawah gedung. Terkait detail perancangan fondasi seperti *bored pile*, *pile cap* dan fondasi tapak, dinding penahan tanah (DPT) dimulai dari analisis daya dukung masing-masing fondasi hingga efisiensi dan penurunan fondasi akibat beban struktur di atasnya. Perancangan fondasi mengacu terhadap data tanah N-SPT dan faktor-faktor yang mempengaruhi analisis perancangan fondasi. Melalui acuan SNI yang berlaku juga difungsikan sebagai penentuan analisis perancangan tulangan pada fondasi.

Bab keempat menjelaskan isi rencana anggaran biaya struktur atas dan bawah, hingga kebutuhan untuk arsitektural. Tidak hanya RAB, penjadwalan proyek pada struktur gedung hingga arsitektural juga dilakukan *scheduling* berdasarkan kapasitas dan sumber daya tenaga maupun material yang dibutuhkan. Melalui penjadwalan proyek kemudian dilakukan analisis kurva-S dari hasil biaya tiap sub pekerjaan yang telah dilakukan *levelling* sumber daya tenaga maupun material.

Bab kelima merupakan bagian penutup yang menyajikan simpulan atas keseluruhan perancangan yang telah direncanakan. Kemudian dari hasil perancangan yang didapatkan dianalisis kelebihan dan kekurangan untuk memberikan saran kepada perancangan serupa kedepannya.